



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 35 296 A 1**

⑥1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 Q 5/00**

②1 Aktenzeichen: P 44 35 298.4  
②2 Anmeldetag: 1. 10. 94  
④3 Offenlegungstag: 4. 4. 96

DE 44 35 296 A 1

⑦1 Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Stautz, Volker, 80805 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
DE 42 33 252 C1

⑤4 Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine

⑤7 Von Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges zweigt ein von einer Membrane verschlossenes Rohrstück ab, um mit Hilfe dieser Membrane ein gewünschtes Geräuschspektrum insbesondere beim Beschleunigen des Kraftfahrzeuges zu erzeugen. Im Hinblick auf eine optimale Geräuschabstimmung schließt sich an die Membrane ein Leitungsrohr an, das mit zumindest einem akustischen Resonator versehen ist. Bevorzugt zweigt das Rohrstück von der Luftfilter-Rohluftschale des Ansaugtraktes ab, während das Leitungsrohr offen im Motorraum nahe der Stirnwand mündet. Angegeben ist ferner eine vorteilhafte Halterung für die Membrane.

DE 44 35 296 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 96 602 014/343

5/27

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, von deren Ansaugtrakt ein von einer Membrane verschlossenes Rohrstück abzweigt, um mit Hilfe der Membrane ein gewünschtes Geräuschspektrum zu erzeugen. Bekannt ist ein derartiges Kraftfahrzeug aus der DE 42 33 252 C1. Dabei soll dem Fahrer des Kraftfahrzeuges insbesondere beim Beschleunigen das Ansaugergeräusch der Brennkraftmaschine besser bzw. verstärkt übermittelt werden, um ein intensiveres Fahrerlebnis zu ermöglichen. Gesetzliche Vorschriften bezüglich der Schallabstrahlung machen es an neueren Kraftfahrzeugen nämlich erforderlich, eine derart intensive Schalldämpfung vorzusehen, daß den Fahrzeug-Insassen und insbesondere dem Fahrer wesentliche Eindrücke zum Erkennen der tatsächlichen Beschleunigung seines Kraftfahrzeuges verloren gehen. Aus dieser Erkenntnis heraus entstand die Idee, dem Fahrer ein Geräuschspektrum zugänglich zu machen, das zwar einerseits den gesetzlichen Vorschriften bezüglich der Schallabstrahlung genügt, andererseits jedoch einen Eindruck von der tatsächlichen Kraftentfaltung der Brennkraftmaschine vermittelt.

Die aus der eingangs genannten Schrift bekannte Anordnung unter diesen Gesichtspunkten weiter zu verbessern, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist vorgesehen, daß sich an die Membrane auf der dem Rohrstück abgewandten Seite ein Leitungsrohr anschließt, daß mit zumindest einem akustischem Resonator versehen ist. Vorteilhafte Weiterbildungen sind der Inhalt der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß mündet die Membrane nicht direkt im Innenraum des Kraftfahrzeuges, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, sondern an die Membrane schließt sich ein weiteres Leitungsrohr an, das weitere Optimierungsmaßnahmen bezüglich der Erzeugung eines gewünschten Geräuschspektrums ermöglicht. Eine derartige Optimierungsmaßnahme ist allgemein das Vorsehen zumindest eines akustischen Resonators. Dieser akustische Resonator wird dabei bevorzugt derart ausgelegt, daß eine Schallmodulation entsteht, so daß sich eine hörbare Rauigkeit ergibt. Dieser Begriff ist in der Psychoakustik bekannt und stellt ein Maß zur Beschreibung der zeitlichen Struktur von Geräuschen dar. Bevorzugt ist der Resonator so auszulegen, daß das Resonanzmaximum eines Geräuschbandes in zwei Untermaxima aufgeteilt wird, deren Abstand im Bereich der kritischen Bandbreiten liegt. Hierdurch wird ein schallschwankendes Geräuschband (beispielsweise mit einer Modulationsfrequenz von 10 bis 70 Hz) emittiert, welches den Ladungswechselgeräuschen einer Brennkraftmaschine entspricht bzw. diese in vorteilhafter Weise unterstützt. Mit Hilfe eines einen akustischen Resonator aufweisenden Leitungsrohres kann bei entsprechender Abstimmung somit ein deutlich praxisnäheres, realistischeres Geräuschspektrum erzeugt werden.

In einfachster Weise kann der akustische Resonator als Durchbruch in der Wand des Leitungsrohres ausgebildet sein, wobei durch Abstimmung der Lage sowie des Querschnittes dieses Durchbruchs eine Optimierung möglich ist. Noch bessere Ergebnisse können mit einer vom Leitungsrohr abzweigenden  $\lambda/4$ -Stichleitung oder auch  $\lambda/2$ -Stichleitung erzielt werden. Daneben oder zusätzlich kann auch ein vom Leitungsrohr abzweigender Helmholtz-Resonator vorgesehen sein.

Um die Ladungswechseldynamik im Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine durch die Membrane bzw. durch

das die Membrane aufweisende Rohrstück nicht negativ zu beeinflussen, zweigt dieses Rohrstück bevorzugt von einem Ansaugergeräuschdämpfer ab, der meist zu Beginn des Ansaugtraktes angeordnet ist und somit von der Brennkraftmaschine bzw. von deren Brennraum-Einlaßventilen relativ weit entfernt liegt. Bildet dabei der Ansaugergeräuschdämpfer zusammen mit einem Luftfilter eine Baueinheit, so zweigt das Rohrstück mit der Membrane bevorzugt von der Rohlluftschaale dieser Baueinheit ab. Mit dieser Maßnahme ist sichergestellt, daß dann, wenn die Membrane reißen sollte und somit die Brennkraftmaschine über dieses Rohrstück Falschluff ansaugen würde, diese Falschluff im Luftfilter gereinigt wird.

Das sich an die Membrane anschließende Leitungsrohr kann direkt im Innenraum des Kraftfahrzeuges münden, jedoch besteht dann die Gefahr, daß hiermit auch störende mechanische Geräusche der Brennkraftmaschine in den Fahrzeug-Innenraum gelangen. Bevorzugt mündet daher das Leitungsrohr offen im Motorraum des Kraftfahrzeuges nahe einer den Motorraum gegenüber dem Innenraum abschirmenden Stirnwand. Versuche haben gezeigt, daß auch hiermit dem Fahrer des Kraftfahrzeuges unter Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte ein eindrucksvolles realistisches Geräuschspektrum übermittelt werden kann, insbesondere bei Cabriolets oder dergleichen.

Dabei ist die Grenzfrequenz dieses Leitungsrohr-Systemes, die sich von einem Diffusoreintritt bis zum Leitungsrohrende erstreckt, von der geometrischen Länge des Gesamtsystemes abhängig. Es empfiehlt sich dabei, darauf zu achten, daß die gesamte wirksame Rohrlänge vor und hinter der Membrane zumindest so groß bemessen ist, daß kein akustischer Kurzschluß auftreten kann.

Die beigefügten Prinzipskizzen zeigen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung, dabei zeigt

Fig. 1 die prinzipielle Anordnung der Membrane, während in,

Fig. 2 deren Halterung im Schnitt dargestellt ist.

Eine vierzylindrige Brennkraftmaschine 1 besitzt einen Ansaugtrakt 2, an dessen freien Ende eine Ansaugergeräuschdämpfer-Luftfilter-Baueinheit 3 vorgesehen ist. Von der Rohlluftschaale dieser Baueinheit 3 zweigt ein Rohrstück 4 ab, das — wie der in Fig. 2 dargestellte Ausschnitt X aus Fig. 1 zeigt — von einer Membrane 5 verschlossen ist. An diese Membrane 5 schließt sich auf der dem Rohrstück 4 abgewandten Seite ein Leitungsrohr 6 an, das offen im Motorraum desjenigen Kraftfahrzeuges mündet, in dem diese skizzierte Brennkraftmaschine 1 eingebaut ist. Schließlich zweigt vom Leitungsrohr 6 eine  $\lambda/4$ -Stichleitung 7 oder  $\lambda/2$ -Stichleitung ab.

Gemäß der obigen Erläuterung dient diese Membrane 5 mit dem sich daran anschließenden Leitungsrohr 6, das mit einem akustischen Resonator in Form der  $\lambda/4$ - oder  $\lambda/2$ -Stichleitung 7 versehen ist, zur Erzeugung eines gewünschten Geräuschspektrums, d. h. zur verstärkten Darstellung des ansonsten intensiv gedämpften Ansaugergeräusches der Brennkraftmaschine 1. Beste Ergebnisse wurden dabei erzielt mit einer Membrane 5, deren Dicke im Bereich zwischen 0,1 mm bis 0,6 mm lag und die einen Durchmesser von ca. 70 mm besaß. Die Eigenfrequenz der Membrane lag dabei; im statischen Zustand im Bereich von 80 Hz.

In diesem Zusammenhang ist zu erläutern, daß der Wirkungsgrad einer Membrane im Bereich ihrer Eigenfrequenz am effektivsten ist. Um ein möglichst wir-

kungsvolles Geräuscherzeugungssystem zu erzielen, sollte die hier verwendete Membrane im gesamten Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine in oder zumindest nahe ihrer Resonanzfrequenz betreibbar sein. Bei einem System mit statisch fixer Resonanzfrequenz erfolgt dabei die Anregung durch die Ladungswechsel- 5 pulsationen der Brennkraftmaschine nur in einem schmalen Drehzahlband. Bei geeigneter und im folgenden erläuteter Einspannung der Membrane wird eine vom Unterdruck im Brennkraftmaschinen-Ansaugsystem abhängige Membran-Charakteristik erzielt, so daß die Membraneigenfrequenz mit steigender Brennkraftmaschinen-Drehzahl mitgeführt wird. Hierdurch ist sichergestellt, daß die Membrane über dem gesamten Drehzahlband der Brennkraftmaschine die gewünschte 15 Geräuschemission verursacht.

Wie bereits erwähnt, ist bezüglich der gesamten wirksamen Rohrlänge L vor und hinter der Membrane 5 dabei darauf zu achten, daß kein akustischer Kurzschluß auftritt. Diese Rohrlänge L betrug im bevorzugten Ausführungsbeispiel daher ca. 1 m. Die Gesamtlänge des Rohrstückes 4 sowie des Leitungsrohres 6 betrug ca. 700 mm, dabei ist die Membrane 5 an einer derjenigen Stellen bezüglich dieser Gesamtlänge angeordnet, an denen die Schall-Schwingungs-Amplituden ihr Maximum besitzen. 20

Die Halterung der Membrane 5 zwischen dem Leitungsrohr 6 sowie dem Rohrstück 4 ist in Fig. 2 dargestellt. Sowohl das Rohrstück 4 als auch das Leitungsrohr 6 weisen einen Endflansch 4a bzw. 6a auf, von denen einer mit einer umlaufenden Schneide 8 versehen ist. Die beiden Endflansche 4a, 6a sind in bekannter Weise gegeneinander verspannbar, wobei die Membrane 5 mit ihrem Randbereich auf der Schneide 8 aufliegt. Durch die Intensität der Verspannung der beiden Endflansche 4a, 6a ist somit auch die Spannung der Membrane 5 in ihrer Halterung einstellbar. Hierdurch kann die Membranen-Spannung somit individuell optimiert werden, wobei selbstverständlich auch der im Ansaugtrakt 2 herrschende, über verschiedenen Betriebspunkten der Brennkraftmaschine unterschiedliche Unterdruck dafür sorgt, daß die Membrane 5 schwingungswirksam über diesen unterschiedlichen Brennkraftmaschinen-Betriebspunkten ist. Jedoch kann dies sowie weitere Details insbesondere konstruktiver Art durchaus abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel gestaltet sein, ohne den Inhalt der Patentansprüche zu verlassen. Ziel des beschriebenen Systemes ist es stets, das Ansaugeräusch der Brennkraftmaschine näher an den das Kraftfahrzeug steuernden Fahrer heranzuführen, wobei mit Hilfe der Membran mittelfrequente Geräuschanteile generiert werden, die aufgrund der im Konstantfahrbetrieb erforderlichen Schalldämpfung ohne ein derartiges System nicht mehr hörbar sind. 25 30 35 40 45 50

#### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (1), von deren Ansaugtrakt (2) ein von einer Membrane (5) verschlossenes Rohrstück (4) abzweigt, um mit Hilfe der Membrane ein gewünschtes Geräuschspektrum zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß sich an die Membrane (5) auf der dem Rohrstück (4) abgewandten Seite ein Leitungsrohr (6) anschließt, das mit zumindest einem akustischen Resonator versehen ist. 55 60 65
2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der akustische Resonator als Durch-

bruch in der Wand des Leitungsrohres (6) ausgebildet ist.

3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der akustische Resonator als eine vom Leitungsrohr (6) abzweigende  $\lambda/4$ -Stichleitung oder  $\lambda/2$ -Stichleitung (7) ausgebildet ist.

4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der akustische Resonator als ein vom Leitungsrohr abzweigender Helmholtz-Resonator ausgebildet ist.

5. Kraftfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (4) mit der Membrane (5) von einer im Ansaugtrakt (2) vorgesehenen Rohrluftschale einer Ansaugeräuschdämpfer-Luftfilter-Baueinheit (3) abzweigt.

6. Kraftfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungsrohr (6) offen im Motorraum des Kraftfahrzeuges nahe einer den Motorraum gegenüber dem Innenraum abschirmenden Stirnwand mündet.

7. Kraftfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte wirksame Rohrlänge (L) vor und hinter der Membrane (5) zumindest so groß bemessen ist, daß im gewünschten Frequenzbereich kein akustischer Kurzschluß auftritt.

8. Kraftfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Membrane (5) derart gehalten ist, daß sie mit ihrem Randbereich gegen eine umlaufende Scheide (8) einstellbar festgespannt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

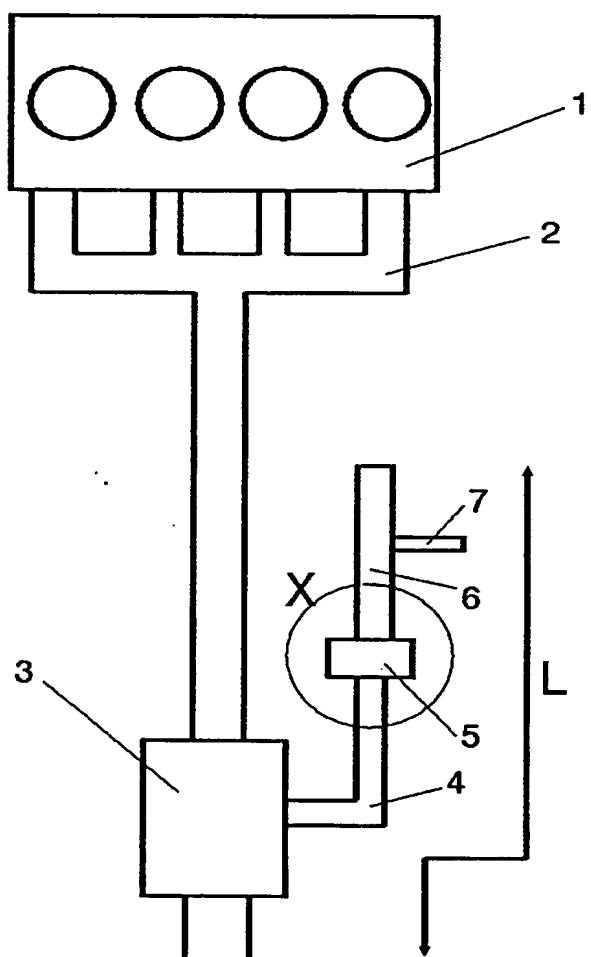


Fig. 1

Fig. 2

